



Aplicación de fertilizante químico y orgánico en el cultivo de caña de azúcar (*saccharum officinarum* l) en un suelo de Piribebuy, barrio San Blas, Cordillera

Application of chemical and organic fertilizer in the cultivation of sugarcane (*saccharum officinarum* l) in a soil of Piribebuy, San Blas neighborhood, Cordillera

Aplicação de fertilizantes químicos e orgânicos no cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) em solo de Piribebuy, bairro de San Blas, Cordillera.

Andrés José Armadans Rojas^{1*}; Diego Daniel de Jesús Contreras Melgarejo², Aldo Andrés Ortiz Alfonso³, Monserrat de la Paz Pedrozo Gómez⁴; Nelson Gustavo Martínez Garcete⁵ y Gisselle Florencia Espinola Nuñez⁶

¹ Universidad San Carlos. Alfredo Seiferheld 4989 y Roque González de Santacruz-Paraguay Correo electrónico: andresarm@hotmail.com-Codigo ORCID: org/0000-0001-9983-3472.

² Universidad San Carlos. Filial de Eusebio Ayala-Paraguay Correo electrónico: diegodaniel.contreras@usc.edu.py-Codigo ORCID: org/0009-2638-8122

³ Universidad Nacional de Itapúa. Abg. Lorenzo Zacarías López 255 y Ruta PY01 – Km. 2,5 Barrio Ka'aguy Rory – Encarnación - Itapúa correo electrónico: aldoaortiz.2009@hotmail.com. org/000-0002-2307-3101

⁴ Universidad San Carlos. Alfredo Seiferheld 4989 y Roque González de Santacruz-Paraguay Correo electrónico: asistente.investigacion@sancarlos.edu.py ORCID: org/0000-0002-1913-3394

⁵ Universidad San Carlos. Filial Ita-Paraguay Correo electrónico: nelson.martinez@usc.edu.py. ORCID: org/0009-0004-8031-5703.

⁶ Universidad San Carlos. Alfredo Seiferheld 4989 y Roque González de Santacruz-Paraguay Correo electrónico: gisselle.espinola@usc.edu.py. ORCID: org/0009-0005-6519-4816

* Autor para correspondencia: andresarm@hotmail.com

RESUMEN

La baja productividad de los cultivos se asocia a la baja fertilidad de los suelos, mediante la incorporación de abonos orgánicos y fertilizantes químicos se puede mejorar el rendimiento de los cultivos. El experimento se realizó en el distrito Piribebuy, Departamento Cordillera, con coordenadas -25°47'92" latitud S- 57°03'0" longitud W- El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de fertilizante químico y orgánico en el cultivo de caña de azúcar. Las variables evaluadas fueron altura de planta, rendimiento de tallos (kg/ha) y porcentaje de sólido soluble. El diseño utilizado fue bloques completos al azar, con tres tratamientos consistentes en T1=testigo, T2=fertilizante químico Formula (4-30-10 + 20-5-30) y T3 =fertilizantes orgánicos (1.200 kg estiércol vacuno + 4.000 kg gallinaza para 2000 m²) en siete repeticiones. Los resultados obtenidos fueron, que el fertilizante químico presentó los mayores valores en las variables altura de planta con 2,89 m, rendimiento de tallo que fue de 9,57 kg/m², el rendimiento por hectárea del tratamiento T2 fue de 114.414,60 kg. En lo referente al sólido soluble (Brix°) el mejor tratamiento fue el fertilizante químico con 18,7 Brix° y el tratamiento fertilizado con estiércol vacuno + gallinaza y con el que se alcanzó 18,54 Brix°. Con la aplicación del fertilizante químico y orgánico mejoraron todas las variables estudiadas.

Palabras clave: Fertilizantes. Caña de azúcar. Rendimiento de tallo.



ABSTRACT

The low productivity of the crop is due to low soil fertilization, with the incorporation of organic and chemical fertilizers this problem can be substantially improved. The experiment was carried out in the district of Piribeby, Department of Cordillera, coordinates are Latitude 25°47'92" S- longitude 57°03'0" W- The objective of the work was to evaluate the effect of chemical and organic fertilizer on sugarcane cultivation. The variables evaluated were plant height, stem yield (kg/ha) per hectare, percentage of soluble solid and an economic analysis. The design of the experiment was a complete randomized block, with three treatments consisting of T1 = control, T2 = chemical fertilizer Formula 4-30-10 + 20-5-30) and T3 = organic fertilizers (1,200 kg cattle manure + 4,000 kg chicken manure for 2000 m2) and seven repetitions. The results were obtained: The treatment with chemical fertilizer (presented the highest values in the variables plant height with 2.89 mt., yield per m2 with 9.57 kg, in the yield per hectare the treatment T2 a with 114,414.60 kg. and the MB of 5,284,629 gs/ha, with a RB/C of 1.34 Regarding the soluble solid (Brix°), the best treatments were T2 Chemical fertilizer (Formula 40-30-10 + 20-5-30) with 18.7 Brix° and T3 cow manure + chicken manure and 18.54 Brix°. With the application of chemical and organic fertilizer, all the variables studied improved.

Keywords: Fertilizer. Sugar cane. Height. Performance. Soluble solid.

RESUMO

A baixa produtividade das culturas está associada à baixa fertilidade do solo; a incorporação de fertilizantes orgânicos e químicos pode melhorar o rendimento das culturas. O experimento foi realizado no distrito de Piribeby, Departamento de Cordillera, com coordenadas -25 °, 47'92 "latitude S- 57 °, 03'0" longitude W- O objetivo foi avaliar o efeito da aplicação de fertilizantes químicos e orgânicos em culturas de cana-de-açúcar. As variáveis avaliadas foram altura da planta, produtividade do colmo (kg / ha) e porcentagem de sólidos solúveis. O delineamento utilizado foi de blocos completos casualizados, com três tratamentos consistindo de T1 = controle, T2 = fórmula de fertilizante químico (4-30-10 + 20-5-30) e T3 = fertilizantes orgânicos (1.200 kg de esterco bovino + 4.000 kg de esterco de galinha para 2000 m2) em sete repetições. Os resultados obtidos foram que o fertilizante químico apresentou os maiores valores nas variáveis altura da planta com 2,89 m, produtividade de colmos que foi de 9,57 kg/m², a produtividade por hectare do tratamento T2 foi de 114.414,60 kg. Em relação aos sólidos solúveis (Brix°), o melhor tratamento foi o fertilizante químico com 18,7 Brix° e o tratamento adubado com esterco bovino + esterco de galinha e com o qual se atingiu 18,54 Brix°. Com a aplicação de fertilizante químico e orgânico, todas as variáveis estudadas melhoraram.

Palavras-chave: Fertilizantes. Cana-de-açúcar. Rendimento de colmos.

Recibido: 13/05/2025 Aprobado: 17/06/2025 Publicado: 12/12/2025

INTRODUCCIÓN

Los suelos generalmente proveen la cantidad total de nutrientes que las plantas demandan para alcanzar altos rendimientos, entre los cultivos de importancia se puede mencionar a la caña de azúcar que es una planta de características excepcionales, capaz de sintetizar carbohidratos solubles y material fibroso a un ritmo muy superior al de otros cultivos comerciales, se destaca que la demanda de elementos minerales por parte de este cultivo es alta. Las zonas de producción de caña de azúcar poseen un desgaste de sus suelos lo que reduce la productividad de dichos cultivos.

Un fertilizante o abono químico es una sustancia destinada a abastecer y suministrar los elementos químicos al suelo o al follaje para que la planta los absorba. Se trata, por tanto, de una reposición o aporte adicional de nutrientes (Vicente, 2015).

Según Nerves (2021) el gran alcance de los fertilizantes químicos está fuera de duda: estos cuentan con características orientadas a satisfacer las altas expectativas y necesidades de la agricultura intensiva. Además menciona la disponibilidad,—en el mercado de productos



ajustados según las necesidades, los cuales tienen los valores y características concretas para atender ~~us~~ los requerimientos ante determinadas situaciones o fases del ciclo de producción.

El término abono orgánico abarca todo tipo de enmienda orgánica al suelo, incluyendo tanto los estiércoles animales como los restos vegetales. Su importancia radica no solamente en la formación de los nutrientes que reciben las plantas, sino también que los estiércoles orgánicos es una fuente de nutrientes y energía para el ecosistema del suelo, siendo los microorganismos los que ponen los nutrientes a disposición de las plantas en una proporción equilibrada y distribuida a lo largo de la estación de crecimiento. (Lampkim, 1998)

Pastor (1990), denomina abonos a aquellas sustancias que desempeñan diversas funciones, directas o indirectas, que influyen sobre el crecimiento de las plantas y sus cosechas, obrando como nutrientes, agente movilizador de sustancias, catalizador de procesos vitales (tanto en el suelo como en las plantas), modificador de la flora microbiana útil, enmienda mejoradora de las propiedades del suelo y otras. El mismo autor menciona que la importancia de los abonos orgánicos son una fuente de nutrientes y energía para el ecosistema del suelo, siendo los microorganismos los que ponen los nutrientes a disposición de las plantas a lo largo de la estación de crecimiento.

La calidad del abono está relacionada con los materiales que la originan y con el proceso de elaboración, esta variación será tanto en contenido de nutrientes como de microorganismos en la composta madura, y en base a estas variaciones se modificará el uso potencial de la composta madura (Herrán, 2008).

El estiércol animal es un recurso valioso para el manejo orgánico y sustentable del suelo. Es usado en forma más eficiente en combinación con otras prácticas sustentables como la rotación de cultivos, cultivos de cobertura, abonos verdes y aplicación de cal. En la producción orgánica, el estiércol se aplica comúnmente al terreno como estiércol crudo (fresco o seco) o como estiércol compostado. El estiércol puede añadir nutrientes al suelo, importantes para la planta (nitrógeno, potasio, y fósforo, conocidos colectivamente como NPK) y mejorar la calidad del suelo (Kuepper, 2003).

Compostar estiércol crudo al añadir otras materias primas y cama animal va a ayudar a la descomposición y a producir un producto final rico en humus con poco o nada de amonio o nitratos solubles, este producto final va a mejorar la fertilidad del suelo. El momento de aplicación de estiércol es muy importante para asegurar que el estiércol sea beneficioso para las plantas y el suelo. El estiércol, si se aplica y maneja correctamente, puede ser un gran medio para mejorar la calidad del suelo y los cultivos, pero hay aspectos importantes de la salud del suelo y la seguridad alimentaria para considerar cuando se usa en un sistema agrícola orgánico (Evanylo et al., 2008).

La calidad de los estiércoles depende de la especie, del tipo de cama y del manejo que se les da a los estiércoles antes de ser aplicados. El contenido promedio de elementos químicos es de 1,5% de N, 0,7% P y 1,7% K (MAGAP, 2015). La gallinaza es un excelente fertilizante si se utiliza de manera correcta, es un material con buen aporte de nitrógeno, además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes, la gallinaza es un abono orgánico de excelente calidad. Se compone de eyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, que por lo general es la cascarilla de arroz mezclada con cal en pequeña proporción, la cual se coloca en el piso. Lo mismo que el estiércol, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mucha mayor cantidad. Este abono orgánico se



diferencia de todos los demás estiércoles en que su contenido de nutrientes es más alto, pero al igual que todos los estiércoles de granja, su composición es variable dependiendo de su ordenación, almacenamiento y de la cantidad de camas que se utilicen (Hernández y Cruz, 1993).

Con el objetivo de evaluar la fertilización mineral, orgánica y órgano-mineral en caña de azúcar de segundo año y la residualidad de la fertilización de primer año, se utilizó 20 t ha⁻¹ de gallinaza; 30 t ha⁻¹ de estiércol vacuno; P₂O₅ y K₂O + 15 t ha⁻¹ de estiércol vacuno, 60-60 de N, P₂O₅ y K₂O + 10 t ha⁻¹ de gallinaza. La aplicación de fertilizantes orgánico y órgano-mineral aumentaron el rendimiento de la caña de azúcar, siendo los mejores T2 gallinaza con 113,2 tn/ha y T3 estiércol vacuno con 104,7 tn/ha. (Medina, M; Fatecha Fois, D y Rolón, G 2011).

González, C (2021), evaluó dos dosis de fertilizante químicos T3 10-50-0 y dos fertilizaciones orgánicas las cuales fueron cerdaza y gallinaza, la mayor altura se logró con el tratamiento T3 con 251,23 cm y con la utilización de gallinaza (T4) con 235,95 cm.

Los grados Brix son el porcentaje de sólidos solubles presentes en alguna sustancia. En el caso de las frutas este valor indica la cantidad de azúcar (sacarosa) presente en cada fruto, algo que influye notablemente en su sabor. (Desrossier, N. 1987).

Según el mismo autor medir la cantidad de azúcar en la fruta fresca es esencial para su consumo en crudo y para la elaboración de ciertos productos. Por eso las normativas nacionales e internacionales exigen que se mantenga un contenido de sólidos en azúcar (es decir, unos grados Brix determinado).

La caña de azúcar es un cultivo altamente extractor de nutrientes del suelo y requiere considerables dosis de fertilización de macro y micronutrientes, sobresaliendo el potasio K 300-350 kg y silicio Si 200-300 kg, seguido de nitrógeno N 130-200 kg, fósforo P 80-100 kg y como Ca 55-60 Kg. (Velasco-Velasco, J. (2014). Diversos autores mencionan dosis de fertilizantes integradas de 130 unidades de nitrógeno (N), 39 de fósforo P₂O₅ (P), 280 de potasio KO₂ (K), 47 de calcio (Ca), 47 de magnesio (Mg) y 60 de azufre (S). (Hernández et al. 2008).

Gómez y Rodríguez (2000) estudiaron los efectos de la fertilización a base de vinaza combinada con la fertilización mineral sobre la productividad del cultivo en primera y segunda soca de caña de azúcar. Los tratamientos fueron tres niveles de fertilización mineral (0 kg ha⁻¹, 180 kg ha⁻¹ N + 160 kg ha⁻¹; P₂O₅ + 220 kg ha⁻¹ K₂O y 80 kg ha⁻¹ N+45 kg ha⁻¹ P₂O₅), combinados con cinco niveles de vinaza (0 m³ ha⁻¹, 25 m³ ha⁻¹, 50 m³ ha⁻¹, 75 m³ ha⁻¹ y 100 m³ ha⁻¹, obteniendo valores en rendimiento en azúcar y en caña superiores con la aplicación de la vinaza.

Khan et al. (2005) al evaluar diferentes niveles de N-P-K, encontraron que el mayor rendimiento de caña azúcar, se obtuvo con 200, 120 y 150 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O.

En la India, para una producción de 100 t ha⁻¹ la planta extrajo de macronutrientes 140, 34 y 332 kg ha⁻¹ de N-P-K, y en orden decreciente los nutrientes con mayor demanda por la caña de azúcar fueron K>N>Ca>Mg>P (Dotaniya et al., 2016).

El abono orgánico es importante porque incrementa el rendimiento, y así sustituir los fertilizantes minerales para disminuir costos de producción (Rangel et al., 2006). De acuerdo con Latief et al. (2010), la aplicación de fertilizantes orgánicos ha tenido favorable comportamiento comparado con el uso de fertilizantes químicos, es fundamental el uso

equilibrado de insumos orgánicos, inorgánicos y biofertilizantes para mantener la armonía del ambiente físico, químico y biológico del suelo (Gopaldasundaram et al., 2012).

Manrique et al., (2000) encontraron efecto en el rendimiento de caña con dosis de 3 t ha⁻¹ de abono orgánico complementado con N, P y K. También (Muñoz, 2012). al evaluar diferentes dosis de compost en combinación con fertilizantes minerales, se reportó que 5 t ha⁻¹ de compost mejoraron la productividad del cultivo de caña. Por su parte Maldonado et al. (2006), mencionaron que con 5 t ha⁻¹ de compost elaborado en la finca se alcanzaron mejoras en el rendimiento de caña de azúcar en pequeñas fincas. La aplicación de 200 t ha⁻¹ de cachaza compostada o 10 t ha⁻¹ de ceniza + cachaz), lograron grandes mejoras en rendimiento de caña y azúcar e incrementos en contenidos de nutrientes del suelo como P (Quintero, 1995), sin embargo, al comparar tratamientos de fertilización mineral y abono orgánico, se encontró que aplicando solo abono orgánico se disminuyó drásticamente el desarrollo de la planta de caña (García et al., 2010).

Según Rieder (2009), la aplicación de fertilizantes orgánicos como la cascarilla de coco, estiércol vacuno y la gallinaza incrementaron el rendimiento de la caña de azúcar; siendo el estiércol vacuno el de mejor efecto, propiciando rendimientos de 119 t ha⁻¹, 57 t ha⁻¹ más que el testigo. Asimismo, Rolón y Samaniego (2003), encontraron mejores respuestas utilizando estiércol vacuno (60 t ha⁻¹) alcanzando un rendimiento de 87 t ha⁻¹. En el mismo experimento con aplicaciones de 60-60-60 y 120-120-120 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O de fertilización mineral respectivamente, se obtuvieron rendimientos de 53 y 69 T ha⁻¹ con relación al testigo que alcanzo 47 t ha⁻¹.

Por lo expuesto se planteó este trabajo con el objetivo general de evaluar el efecto de la aplicación de fertilizante químico (20-05-30 de NPK) y orgánico (1.200 kg estiércol vacuno + 4.000 kg gallinaza para 2000 m²) en el cultivo de caña de azúcar, como objetivos específicos se plantearon definir el efecto en la altura de la altura de planta, determinar el rendimiento de tallos y conocer el efecto de la práctica de fertilización sobre el porcentaje de solido soluble.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el distrito de Piribebuy, Departamento de Cordillera, cuyas coordenadas son Latitud -25°47'92" S- longitud -57°03'0" W., en la propiedad de caña Fortín, barrio San Blas

En el experimento se dispuso en un diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos en siete repeticiones que se muestra en la tabla 1.

Tabla N°1: Los tratamientos evaluados y característica de los mismos.

Tratamientos	Orgánicos vs convencional
Tratamiento 1	Testigo sin aplicación
Tratamiento 2	Con aplicación de (60 kg) de la fórmula 4-30-10 al momento de la plantación y (20 kg) de 20-5-30 en cobertura.
Tratamiento 3	Con aplicación de 1.200 kg estiércol vacuno + 4.000 kg gallinaza para 2000 m ²

Se marco las Unidad Experimental (UE) cuyo tamaño fueron de 200 m², se realizó 3 bloques de 60 metros de largo y 10 metros de ancho. Se dividió en 3 unidades experimentales. La distancia entre plantas fue de 1,30 cm entre hileras y 30 cm entre nudos. De acuerdo al



análisis de suelo se procedió a la corrección correspondiente aplicándole 1.800 kg/ha de cal dolomítica. Se realizaron los surcos a una distancia de 1,30 mt, donde se aplicó las diferentes dosis de fertilizantes de acuerdo con los tratamientos. El monitoreo de las parcelas fue de forma continua para evitar aparición de plagas y enfermedades. La cosecha se realizó por hilera para determinar las variables estudiadas.

Los datos que se registraron fueron: para altura de la planta: se realizó la medición de las plantas ubicadas en la parte central desde el cuello hasta la punta de la planta. También de estas mismas plantas se midió el contenido de Solida soluble (Brix°) por medio de un refractómetro. Para calcular el rendimiento se utilizó el peso de las cañas de azúcar de la unidad experimental. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) para determinar las medias de los tratamientos y los bloques, mientras que los resultados fueron sometidos al test de Tukey al 5% de probabilidad de error para la comparación de medias; para ello, se empleó el programa estadístico INFOSTAT.

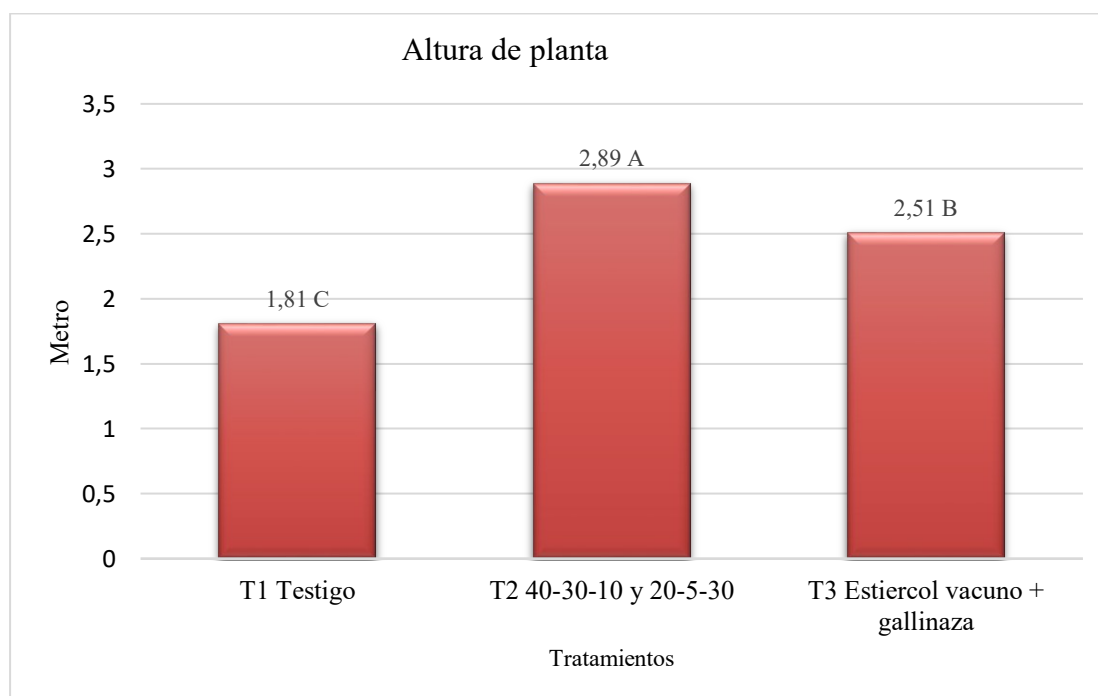
RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados del análisis de suelo, realizados en el Área de Suelos y Ordenamiento Territorial de la Universidad Nacional de Asunción presento los siguientes resultados:

Profundidad cm	Arcilla %	pH CaCl ₂ ---	P mg kg ⁻¹	Ca	Mg	K	Al cmol _c kg ⁻¹	H ⁺ + Al ⁺³	CIC	V %
0-10	56	4,1	51	3,3	1,0	0,6	1,0	9,9	14,8	33

Altura (m)de la planta de caña de azúcar

En la figura 1 se presenta los resultados para la altura de planta de la caña de azúcar, efecto de diferentes fuentes de fertilización (química y orgánica).



(*) Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

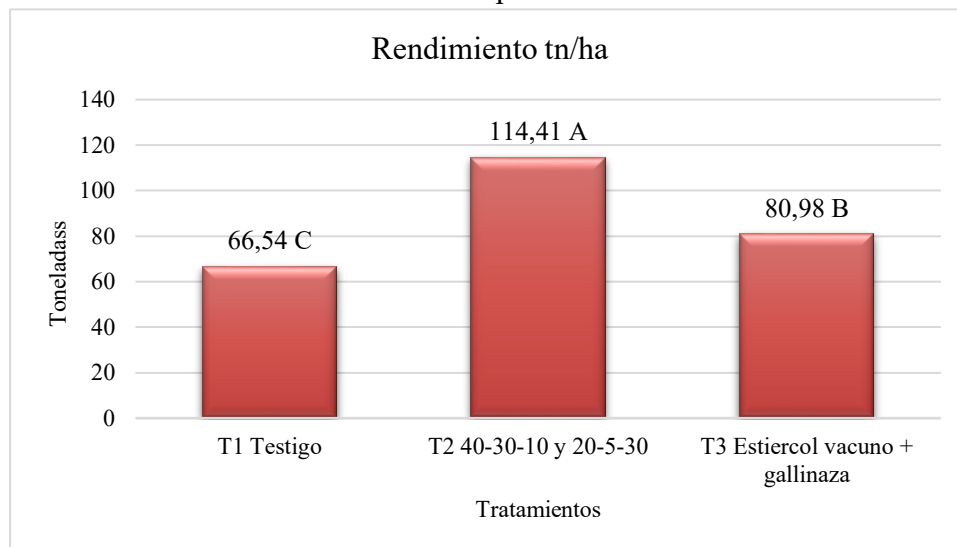
Fuente: Contreras, D, 2024 CV: 4,51 Fc: <0,0001

FIGURA N° 1: Altura (m) de la planta de caña de azúcar.

Como se observa en la figura 1, hubo diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el tratamiento T2 (4-30-10 y 20-5-30) el que presentó la mayor altura promedio de planta de caña de azúcar con 2,89 m. Esto podría estar relacionado con una mayor concentración de nutrientes, principalmente nitrógeno, el cual influye en el crecimiento de biomasa de la planta que se expresa en la altura. Estos resultados coinciden con el obtenido por González (2021), trabajando con fertilizantes químicos y gallinaza, el mencionado autor obtuvo el mejor resultado con la aplicación de fertilizante químico, con una altura media de 2,51 m.

Rendimiento (Tn/ha) de caña de azúcar.

En la figura 2 se presenta el resultado para el rendimiento de la caña de azúcar, hubo diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el tratamiento T2 (4 30 10 y 20-5-30) el que presentó el mayor rendimiento promedio de planta de caña de azúcar por hectárea con 114,41 t. El resultado podría deberse a la mayor concentración de nutrientes en el suelo que con disponibilidad para la planta, así mismo la fertilización química estaría relacionada a la disponibilidad más rápida de los nutrientes, que favorece el crecimiento y la acumulación de biomasa de la planta de caña de azúcar.



(*) Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Contreras, D 2024 CV: 7,43 Fc: <0,0001

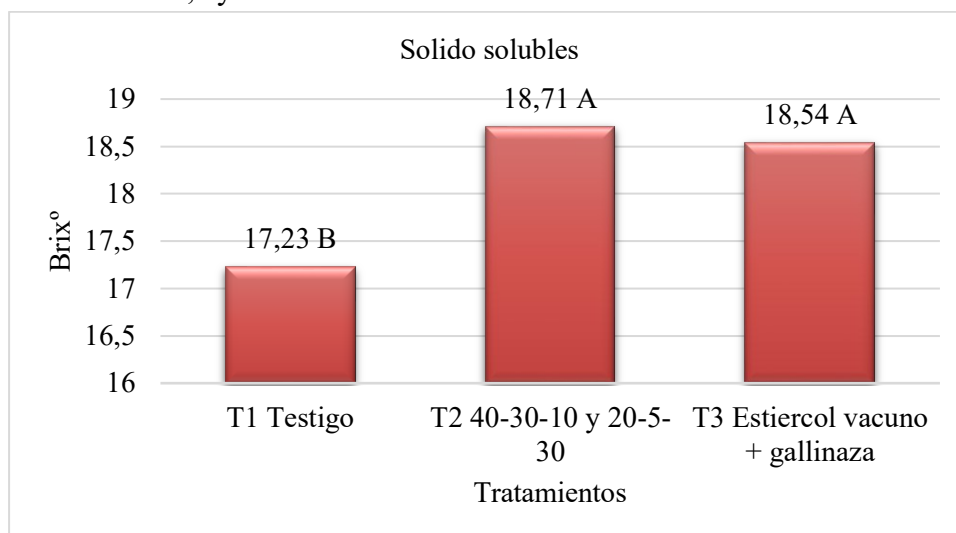
FIGURA N° 3: Rendimiento (kg) por hectárea.

Este resultado resulto ser superior al obtenido por Medina, Fatecha Fois y Rolon (2011) quienes obtubieron una media de 89 Tn/ha, en un trabajo con gañllinaza, estiercol vacuno, una formula química + estiercol vacuno, y dertilizante químico + gallinaza. Tambian al obtenido por Rolón y Samaniego (2003), que con aplicaciones de 60-60-60 y 120-120-120 kg ha⁻¹ de N, P2O5 y K2O de fertilización mineral respectivamente, se obtuvieron rendimientos de 53 y 69 T ha⁻¹.

Solido soluble (Brix°) de caña de azúcar.

El nutriente químico que más influye en la concentración de sólidos solubles (Brix y Pol) en la caña de azúcar es el potasio. El potasio juega un papel clave en la síntesis de azúcar y su

transporte a la caña, mejorando la calidad del azúcar al aumentar los niveles de Pol y Brix. Además, ayuda a reducir el contenido de fibra en la caña.



(* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Contreras, D, 2024 CV: 2,04 Fc: <0,0001

FIGURA N° 4: Concentración de Solido Soluble (Brix°) en caña de azúcar.

Como se observa en la figura 4, hubo diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los tratamientos T2 (40 30 10 y 20-5-30) y T3 (Estiércol + gallinaza) presentaron los mayores contenidos de solidos solubles entre 18,71 Brix° (T3) a 18,54 Brix° (T2). Esto se debería a la mayor concentración de nutrientes, que favorece la concentración de solido solubles.

CONCLUSIONES

El fertilizante químico (Formula 4-30-10 + 20-5-30) presento los mayores valores en las variables altura de planta, rendimiento de tallos por hectárea 114,4 toneladas. La aplicación del fertilizante químico y el fertilizante orgánico aumentaron el porcentaje del grado b.

BIBLIOGRAFÍA

Desrossier, N. (1987). *Elementos de Tecnología de Alimentos*. España: Acribia.

Dotaniya, M., Ranjan Biswas, D., Meena, B., Regar, K., Candra Datta, S., Dotaniya, C., . . . Lata, M. (2016). Uso de subproductos industriales de la caña de azúcar para meroja en la productividad de la caña de azúcar y la salud del suelo. *Revista Internacional de Reciclaje de Residuos Orgánicos en la Agricultura*, 5, 185-194.

García, J., Scarpari, M., & Landell, a. C. (2010). *Use of organomineral fertilisers on sugarcane productivity ina typic haplustox soil*. Georgetown, USA.: International Society Sugar Cane Technologist (ISSCT).

Gómez, J., & Rodríguez, O. (2000). Efecto de la vinaza en la productividad de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 18-326.

González, C. (2021). Evaluación de cuatro tipos de fertilizantes aplicados al suelo semillero del cultivo de *Saccharum officinarum*, L., caña de azúcar, en finca Las Palmas, San Antonio Suchitepéquez. *Trabajo presentado para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo*, 89.



- Hernández, M., Salgado, G., Palma, L., Lagunes, E., Castelán, E., & Ruíz, R. (2008). *Vinaza y composta de cachaza como fuente de nutrientes en caña de azúcar en un gleysol mólico de Chiapas*. México: Interciencia.
- Hernández, J., & Cruz, A. (1993). *Boletín informativo sobre el uso de subproductos: Gallinaza*. San José, Costa Rica.: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Khan, I. A., Khatri, A., Siddiqui, M. A., Dahar, N. A., Nizamani, G. S., & Raza, S. (2005). Effect of NPK fertilizers on the growth of sugarcane clone AEC86-347 developed at NIA. *Pakistan Journal of Botany*, 355-360. Pakistan.
- Lampkin, N. (1998). *Agricultura Ecológica*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Latief, A. S., Syarief, R., Pramdyda, B., & Muhadiono. (2010). Productivity of sugarcane plants of ratooning with fertilizing treatment. *Nusantara Bioscience*, 43-47. Indonesia.
- Maldonado, F. G., Santana, M. N., & Jiménez, J. D. (2006). Prácticas sostenibles en el sistema de caña panelera. Publicación técnica 47. *Corportación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA)*. Bogotá, Colombia.
- Manrique Estupiñán, R., Insuasty Burbano, O., Mora Padilla, C., Rodríguez Borray, G., Blanco Suárez, R., Mejía Flores, L., . . . Sandoval Sandoval, G. (2000). Manual de caña de azúcar para la producción de panela. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) y Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)*. Bogotá, Colombia.
- Martínez Ruíz, R., Olalde Portugal, V., Herrán, F., Torres, S., & Martínez, G. (2008). *Importancia de los abonos orgánicos* (Vol. 4). México: Universidad Autónoma Indígena de México El Fuerte.
- Medina, M., Fatecha Fois, D., & Rolón, G. (2011). Efecto de la fertilización mineral, orgánica y orgánicomineral en la producción de caña de azúcar de segundo año. *Investigación Agraria*, 49-52.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2014). Elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos. Quito, Ecuador. Obtenido de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/Manual-de-elaboraci%C3%B3n-de-abonos-org%C3%A1nicos.pdf>
- Muñoz, A. F. (2012). Evaluación de la aplicación de compost en el cultivo de la caña de azúcar. *Memorias XI Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo*, 128 .
- Nerves, F. (2021). *Fertilizantes químicos: ventajas y desventajas*. Obtenido de Haifa Pioneering the Future.
- Pastor, M. J. (1990). *Suelos y Agroquímica*. Playa, Ciudad la Habana: Pueblo y Educación.
- Quintero, D. (1995). Fertilización y Nutrición. En *El cultivo de la caña*. CENICAÑA (págs. 153-157). Colombia.
- Rangel, M. C., Manrique, R., Insuasty, O., Volverás, B., Gómez, J., López, H., & Rodríguez, G. (2006). Línea base sistema productivo caña de azúcar para panela. Documento técnico. *CORPOICA*.



- Rieder, N. (2009). Fertilización química, orgánica y órgano-mineral en la producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). tesis (Ing.Agr). En *Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción*. San Lorenzo, Paraguay.
- Rolón, G., & Samaniego, L. (2003). Utilización del estiércol vacuno como alternativa al uso de fertilizantes inorgánicos en el cultivo de azúcar. Una opción ambiental. Tesis (M.Sc.). En *Escuela de Pos Graduación Académica, Universidad Nacional de Asunción*. San Lorenzo, Paraguay.
- Velasco-Velasco, J. (2014). Los biofertilizantes y la producción de caña de azúcar. En *Agro Productividad* (págs. 60-64). Veracruz, México.
- Vicente, C. (2015). Fertilizantes y nutrientes que se utilizan con mayor frecuencia en los sistemas agroforestales.

Contribución de los autores

Andrés Armadans: Elección del Diseño estadístico y metodología utilizado, interpretación de datos, redacción del manuscrito. análisis estadístico, interpretación de resultados y la redacción del manuscrito. Diego Daniel de Jesús Contreras Melgarejo Trabajo de campo, aplicación del diseño estadístico, toma de datos, interpretación de resultado. Aldo Andrés Ortiz Alfonso Contribuyo con la elección y análisis del diseño estadístico y la metodología utilizada, revisión crítica y redacción del contenido. Monserrat de la Paz Pedrozo Gómez contribuyo con la interpretación de los resultados, la redacción y edición final. Nelson Gustavo Martínez Garcete Contribuyó con el control de la correcta aplicación del diseño estadístico, y validación de la metodología. Gisselle Florencia Espínola Nuñez Contribuyó con el control de la validación de la metodología y la redacción.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad San Carlos. Por proporcionar el espacio para el desarrollo del trabajo en campo.

Financiamiento

La investigación se realizó sin financiamiento.

Conflicto de intereses

"Los autores no presentan conflicto de interés con ninguna institución o entidad relacionada con el contenido del manuscrito."

Correspondencia

andresarm@hotmail.com

Trayectoria académica de los autores

Andrés Armadans Rojas es Magister en Fitotecnia, **Escola Superior de Agricultura Luiz**



de Queiroz, Brasil, Ingeniero Agrónomo por la **Universidad Nacional de Asunción**. Forma parte del PRONII 1 del programa Conacyt. Se desempeña como docente-investigador en la de la Universidad San Carlos. Ha publicado artículos en revistas indexadas sobre manejo de cultivos agrícolas. Sus principales líneas de investigación incluyen manejo de cultivos agrícolas, horticultura y fruticultura.

Diego Daniel de Jesús Contreras Melgarejo Ingeniero Agrónomo por la Universidad San Carlos, filial Eusebio Ayala, se desempeña como Técnico de campo USC de dicha filial. Investigador Junior.

Aldo Andrés Ortiz Alfonso es Magister en Producción Vegetal, **por la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste-Argentina**, Ingeniero Agropecuario por la Facultad de Ciencias Agropecuaria y Forestal, Universidad Nacional de Itapúa. Forma parte del PRONII 1 del programa Conacyt. Se desempeña como docente-investigador en la Ingeniero Agropecuario por la Facultad de Ciencias Agropecuaria y Forestal-UNI. Ha publicado artículos en revistas indexadas sobre manejo de cultivos agrícolas. Sus principales líneas de investigación incluyen manejo de cultivos agrícolas, horticultura, ecofisiología de cultivos.

Montserrat de la Paz Pedrozo Gómez Ingeniera Agrónoma por la **Universidad San Carlos**. Se desempeña como asistente de investigación de la Universidad San Carlos. Ha publicado artículos en revistas indexadas sobre manejo de cultivos agrícolas. Principalmente en la parte ecología de cultivos agrícolas

Nelson Gustavo Martínez Garcete. M es Magister en Producción Animal, **por la Universidad San Carlos**. Ingeniera Agrónomo por la **Universidad San Carlos**. Se desempeña como Docente Investigador-Monitor en la Filial de Ita. Ha publicado artículos en revistas indexadas sobre manejo de cultivos agrícolas. Principalmente en la parte ecología de cultivos agrícolas.

Gisselle Florencia Espínola Nuñez es Magister en Agronegocio, **por la Universidad San Carlos**. Ingeniera Agrónomo por la **Universidad San Carlos**. Se desempeña como Coordinadora Académica de Postgrado Nacional y Formación Continua Investigador Junior.